

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-101259

(43)Date of publication of application : 13.04.1999

---

(51)Int.Cl.

F16D 3/226

---

(21)Application number : 09-262154

(71)Applicant : NTN CORP

(22)Date of filing : 26.09.1997

(72)Inventor : WAKITA AKIRA  
SONE KEISUKE

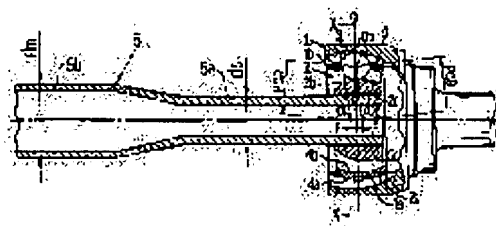
---

## (54) CONSTANT VELOCITY UNIVERSAL JOINT

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide high rigidity of a coupling shaft, to reduce weight, and to reduce a manufacturing cost.

SOLUTION: A hollow coupling shaft 5 comprises a shaft end part 5a having a tooth profile 5c coupled with the fit-in part 2c of an inside joint member 2; and an intermediate part 5b continued to a shaft end part 5a. In the coupling shaft 5, the two end parts made of a pipe material having an outside diameter  $d_m$  are formed by drawing, and further, the tooth profile (spline or serration) 5c is formed on the outer periphery of the shaft end side of the drawing pressed shaft end part 5a through a rolling work. The outer diameter of the shaft end part 5a is  $d_s$  and the outside diameter of the intermediate 5b is the same  $d_m$  as that of a pipe material ( $d_s < d_m$ ).



---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 25.06.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 22.05.2006

[Kind of final disposal of application other than

the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's 2006-012720  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's 20.06.2006  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The inside joint member which formed eight guide rails prolonged in shaft orientations in the outside joint member in which eight guide rails prolonged in shaft orientations were formed to the bore side, and the outer-diameter side, and formed the fitting section which has the tooth form in a bore side, Eight torque-transmission balls arranged on eight vault racks with which the guide rail of an outside joint member and the guide rail of the inside joint member corresponding to this collaborate, and are formed, respectively, It has the connecting shaft of the shape of hollow which has the axis end section which has the tooth form connected with the fitting section of an inside joint member, and the pars intermedia which followed this axis end section. The uniform universal joint characterized by the ratio  $r3 (= dm/DOUTER)$  of the outer diameter (dm) of the pars intermedia of said connecting shaft and the outer diameter (DOUTER) of said outside joint member being  $0.29 \leq r3 \leq 1.0$ .

[Claim 2] The uniform universal joint according to claim 1 characterized by the ratio  $r2 (= DOUTER/PCDSERR)$  of the outer diameter (DOUTER) of said outside joint member and the pitch diameter (PCDSERR) of the tooth form of the fitting section of said inside joint member being  $2.5 \leq r2 \leq 3.5$ .

[Claim 3] The uniform universal joint according to claim 1 or 2 to which said connecting shaft is characterized by carrying out draw forming of the edge of the pipe material of an outer diameter (dm).

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention is suitable for especially the transmission of an automobile about the uniform universal joint which was equipped with eight torque-transmission balls and connected the hollow-like connecting shaft with the fitting section of an inside joint member.

[0002]

[Description of the Prior Art] a uniform universal joint -- dividing roughly -- the include angle between biaxial -- the cover half which permits only a variation rate, and an include angle -- a variation rate and shaft orientations -- there is a sliding mold which permits a variation rate and model selection is made according to a service condition, an application, etc., respectively. As a cover half, a double offset mold uniform universal joint is typical as a TSUEPPA mold uniform universal joint (ball fix DOJOINTO) and a sliding mold.

[0003] The above uniform universal joints are widely used for the object for the transmissions of an automobile, for example, connection of the drive shaft of an automobile, or a driveshaft. The uniform universal joint of a cover half and a sliding mold is usually used for connection of the drive shaft of an automobile, or a driveshaft as a pair. for example, the include angle according [ the transmission which transmits the power of the engine of an automobile to a wheel ] to change of the relative location of an engine and a wheel -- a variation rate and shaft orientations -- since it is necessary to correspond to a variation rate, as shown in drawing 5 , the end of the drive shaft 20 infixed between an engine side and a wheel side was connected with the differential 22 through the sliding mold uniform universal joint 21, and the other end has been connected with the wheel 24 through the cover-half uniform universal joint 23.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] equipping with a damper the connecting shaft (it being a drive shaft 20 at the example shown in drawing 5 ) connected with the fitting section of an inside joint member as oscillating cures, such as a vehicle, in a uniform universal joint \*\*\*\* -- or the above-mentioned connecting shaft -- a major diameter -- and it hollow-izes, and there is a high case where lightweight-ization is attained at the same time it twists and secures rigidity and flexural rigidity. Moreover, cures, such as \*\*\*\*, understand that tuning of a bending primary natural frequency is effective also for a beat note, or inside and high-speed \*\*, and it corresponds by the above-mentioned damper, and the major diameter and hollow-izing of a connecting shaft. However, although wearing of a damper leads to a cost rise and tuning of a frequency is still more possible, a connecting shaft twists and rigid improvement cannot be desired.

[0005] On the other hand, as a hollow-like connecting shaft, current, the thing which welded pipe material to the stub (or friction welding), and the thing of one apparatus which carried out draw forming of the both ends of a pipe material by swaging processing etc. are used. However, the manufacturing cost of the former is high and it is difficult in design to attain high rigidity and lightweight-ization to coincidence. In order for the latter to extract this to the dimension which can fit into the fitting section of

an inside joint member using the pipe material of the size which can secure axial rigidity required as an oscillating cure from the former although it is low cost generally, it is necessary to enlarge contraction percentage delta (%), therefore a manufacturing cost becomes high.

[0006]

The outer diameter  $d_s$  of a contraction percentage  $\delta(\%) = \{(d_m - d_s) / d_m\} \times 100$  dm: pipe material : to the general outer diameter after draw forming Rotary swaging and link type swaging (it is the processing method suitable for a hollow shaft product with a big contraction percentage.) a case -- contraction percentage delta -- one process -- 50% or more -- although it is said that a diaphragm is possible, if contraction percentage delta exceeds 60% in fact -- ingredient cost and heat treatment cost (pretreatment of annealing etc. is needed.) When it becomes high and priority is given to workability too much, there is possibility that a product function cannot be satisfied. On the other hand, in order to press down contraction percentage delta low and to secure required axial rigidity, size of a uniform universal joint may have to be made large beyond the need, it becomes increase of a wearing tooth space and weight, and a disadvantageous point comes out on a design.

[0007] This invention sets it as the purpose to attain the high rigidity of a connecting shaft and lightweight-izing in a uniform universal joint to coincidence, and to aim at reduction of a manufacturing cost.

[0008]

[Means for Solving the Problem] The outside joint member by which this invention formed in the bore side eight guide rails prolonged in shaft orientations in order to solve the above-mentioned technical problem, The inside joint member which formed in the outer-diameter side eight guide rails prolonged in shaft orientations, and formed in the bore side the fitting section which has the tooth form, Eight torque-transmission balls arranged on eight vault racks with which the guide rail of an outside joint member and the guide rail of the inside joint member corresponding to this collaborate, and are formed, respectively, It has the connecting shaft of the shape of hollow which has the axis end section which has the tooth form connected with the fitting section of an inside joint member, and the pars intermedia which followed this axis end section. The ratio  $r_3 (=d_m / D_{OUTER})$  of the outer diameter ( $d_m$ ) of the pars intermedia of a connecting shaft and the outer diameter ( $D_{OUTER}$ ) of an outside joint member offers the configuration which is  $0.29 \leq r_3 \leq 1.0$ .

[0009] The ratio  $r_2 (=D_{OUTER} / P_{CDSERR})$  of the outer diameter ( $D_{OUTER}$ ) of an outside joint member and the pitch diameter ( $P_{CDSERR}$ ) of the tooth form of the fitting section of an inside joint member can be set up within the limits of  $2.5 \leq r_2 \leq 3.5$ .

[0010] The reason set to  $2.5 \leq r_2 \leq 3.5$  is in a degree. That is, the pitch diameter ( $P_{CDSERR}$ ) of the tooth form of the fitting section of an inside joint member cannot be sharply changed by relation with the reinforcement of a connecting shaft etc. Therefore, it will mainly depend for the value of  $r_2$  on the outer diameter ( $D_{OUTER}$ ) of an outside joint member. The thickness of each part articles (an outside joint member, inside joint member, etc.) becomes it thin that it is  $r_2 < 2.5$  too much, and concern arises in respect of reinforcement (when an outer diameter  $D_{OUTER}$  is mainly small). On the other hand, a practical problem may arise from a dimensional field etc. that it is  $r_2 > 3.5$ , and the purpose of miniaturization cannot be attained, either (when an outer diameter  $D_{OUTER}$  is mainly large). By being referred to as  $2.5 \leq r_2 \leq 3.5$ , reinforcement, such as an outside joint member, and the endurance of a joint can be secured a comparison article (uniform universal joint of a six-piece ball), and more than equivalent, and a practical request can also be satisfied.

[0011] The connecting shaft of the shape of above hollow should carry out draw forming of the edge of the pipe material of an outer diameter ( $d_m$ ).

[0012]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the operation gestalt of this invention is explained according to a drawing.

[0013] The 1st operation gestalt shown in drawing 1 and drawing 2 applies this invention to the TSUEPA mold uniform universal joint (ball fix DOJOINTO) as a cover-half uniform universal joint. The outside joint member 1 by which the uniform universal joint of this operation gestalt formed eight

curves-like guide rail 1b in spherical-surface-like bore side 1a at shaft orientations, The inside joint member 2 which formed eight curves-like guide rail 2b in spherical-surface-like outer-diameter side 2a at shaft orientations, and formed in the bore side fitting section 2c which has the tooth form (serration or spline), Eight torque-transmission balls 3 arranged on eight vault racks with which guide rail 1b of the outside joint member 1 and guide rail 2b of the inside joint member 2 corresponding to this collaborate, and are formed, respectively, It consists of a cage 4 holding the torque-transmission ball 3, and a hollow-like connecting shaft 5 connected with fitting section 2c of the inside joint member 2.

[0014] in this operation gestalt, as for the core O1 of guide rail 1b of the outside joint member 1, only the equal distance (F) is offset by shaft orientations to the spherical-surface core of outer-diameter side 2a to the spherical-surface core of bore side 1a in the opposite side, respectively, as for the core O2 of guide rail 2b of the inside joint member 2 (a core O1 -- the opening side of a joint, and a core O2 -- the inner side of a joint). Therefore, the vault rack with which guide rail 1b and guide rail 2b corresponding to this collaborate, and are formed becomes the configuration opened to the wedge shape toward the opening side of a joint.

[0015] Each spherical-surface core of bore side 1a of the spherical-surface core of outer-diameter side 4a of a cage 4 and the outside joint member 1 used as the slideway of outer-diameter side 4a of a cage 4 is in the joint longitudinal plane of symmetry O including the core O3 of the torque-transmission ball 3. Moreover, each spherical-surface core of outer-diameter side 2a of the spherical-surface core of bore side 4b of a cage 4 and the inside joint member 2 used as the slideway of bore side 4b of a cage 4 is in the joint longitudinal plane of symmetry O. So, the shaft-orientations distance between the core O1 of guide rail 1b and the joint longitudinal plane of symmetry O and the above-mentioned amount of offset of the inside joint member 2 (F) become the shaft-orientations distance between the core O2 of guide rail 2b, and the joint longitudinal plane of symmetry O, and both of the above-mentioned amount of offset of the outside joint member 1 (F) are equal. The core O1 of guide rail 1b of the outside joint member 1 and the core O2 of guide rail 2b of the inside joint member 2 are located in the location where only the equal distance (F) shifted to shaft orientations to the joint longitudinal plane of symmetry O in the opposite side (the core O1 of guide rail 1b the core O2 of the opening side of a joint, and guide rail 2b inner side of a joint).

[0016] If the outside joint member 1 and the inside joint member 2 carry out include-angle displacement only of the include angle theta, the torque-transmission ball 3 guided at the cage 4 will always be maintained in the bisecting plane ( $\theta/2$ ) of an include angle theta in every actuation angle theta, and the uniform velocity nature of a joint will be secured.

[0017] The ratio  $r1 (=PCDBALL/DBALL)$  of the pitch diameter (PCDBALL) of the torque-transmission ball 3 and a diameter (DBALL) can be made into the value of  $3.3 \leq r1 \leq 5.0$  within the limits. Here, the pitch diameter (PCDBALL) of a torque-transmission ball is twice the dimension of PCR ( $PCDBALL=2 \times PCR$ ). The die length of the segment which connects the core O1 of guide rail 1b of the outside joint member 1 and the core O3 of the torque-transmission ball 3, and the die length of the segment which connects the core O2 of guide rail 2b of the inside joint member 2 and the core O3 of the torque-transmission ball 3 are PCR, respectively, and both are equal.

[0018] The reason set to  $3.3 \leq r1 \leq 5.0$  is for securing the load-carrying capacity and endurance of reinforcement, such as an outside joint member, and a joint more than a comparison article (cover-half uniform universal joint of a six-piece ball), and an EQC. That is, in a uniform universal joint, it is the range of the limited tooth space, and it is difficult to change the pitch diameter (PCDBALL) of a torque-transmission ball sharply. Therefore, it will mainly depend for the value of  $r1$  on the diameter (DBALL) of a torque-transmission ball. The thickness of other components (an outside joint member, inside joint member, etc.) becomes it thin that it is  $r1 < 3.3$  too much, and concern arises in respect of reinforcement (when a diameter DBALL is mainly large). Conversely,  $r1 >$  (when a diameter DBALL is mainly small) Load-carrying capacity becomes it small that it is 5.0, and concern arises in respect of endurance.

Moreover, the planar pressure of the contact part of a torque-transmission ball and a guide rail goes up (if a diameter DBALL becomes small, since the contact ellipse of a contact part will become small), and we are anxious about becoming factors, such as a chip of the groove shoulder edge part of a guide rail.

[0019] By being referred to as  $3.3 \leq r1 \leq 5.0$ , the load-carrying capacity and endurance of reinforcement, such as an outside joint member, and a joint are securable a comparison article (cover-half uniform universal joint of a six-piece ball), and more than equivalent. It is good more preferably to set it as the value of the range of  $3.5 \leq r1 \leq 5.0$ ,  $r1=3.83$  [ for example, ], and its near.

[0020]  $2.5 \leq r2 \leq 3.5$  since the ratio  $r2$  ( $= \text{DOUTER/PCDSERR}$ ) of the outer diameter (DOUTER) of the outside joint member 1 and the pitch diameter (PCDSERR) of the tooth form (serration or spline) of fitting section 2c of the inside joint member 2 mentioned above -- it is preferably set as the value of  $2.5 \leq r2 < 3.2$  within the limits.

[0021] Since there are few load rates per [ which the number of the torque-transmission ball 3 is eight pieces, and occupies in the full load capacity of a joint compared with a comparison article (cover-half uniform universal joint of a six piece ball) ] torque-transmission ball, the uniform universal joint of this operation gestalt It is possible to make small the diameter (DBALL) of the torque-transmission ball 3, and to secure the thickness of the outside joint member 1 and the thickness of the inside joint member 2 to the comparison article (cover-half uniform universal joint of a six-piece ball) of the same call format, to the same extent as a comparison article (cover-half uniform universal joint of a six-piece ball). Moreover, much more miniaturization of an outer-diameter dimension (DOUTER) can be attained, making a ratio  $r2$  ( $= \text{DOUTER/PCDSERR}$ ) small (the general value of  $r2$  in the cover-half uniform universal joint of a six-piece ball being  $r2 \geq 3.2$ ), and securing a comparison article, the reinforcement more than equivalent, load-carrying capacity, and endurance to the comparison article (cover-half uniform universal joint of a six-piece ball) of the same call format. Moreover, compared with the comparison article (cover-half uniform universal joint of a six-piece ball), it is checked as a result of the experiment that it is low generation of heat.

[0022] The hollow-like connecting shaft 5 consists of pars intermedia 5b which followed axis end section 5a which has tooth-form 5c connected with fitting section 2c of the inside joint member 2, and this axis end section 5a. In this operation gestalt, a connecting shaft 5 carries out draw forming of the both ends of the pipe material of an outer diameter  $dm$ , and fabricates tooth-form (spline or serration) 5c by forming of rolling etc. further on the axis end side periphery of this axis end section 5a that carried out draw forming. The outer diameters of axis end section 5a are  $ds$  and the  $dm$  as a pipe material with the same outer diameter of pars intermedia 5b ( $ds < dm$ ).

[0023] As the quality of the material of a connecting shaft 5, cemented steel, such as alloy steel which added the alloy element for machine structural carbon steel, such as STKM15A and STKM16A, or improvements of them at the base, such as workability and hardenability, or SCr and SCM, and SNCM, can be used. When the above-mentioned machine structural carbon steel or alloy steel is adopted as the quality of the material of a connecting shaft 5, high-frequency induction hardening (part carburization, \*\*\*\*\*) can mainly be adopted as heat treatment. Moreover, when the above-mentioned cemented steel is adopted as the quality of the material of a connecting shaft 5, carburizing and quenching can mainly be adopted as heat treatment.

[0024] Moreover, as the draw-forming approach of a connecting shaft 5, swaging processing, especially rotary swaging processing are employable. A fixed stroke is moved up and down by the projection on a periphery roller and BAKKA, and rotary swaging processing adds a blow to the pipe material inserted, and carries out spinning of the part while the pair or two or more pairs of dices which were built into the main shaft inside the plane, and BAKKA rotate. This processing approach has the features that processing can enlarge contraction percentage  $\delta(\%)$   $[= \{(dm-ds)/dm\} \times 100]$  smoothly [ an early and processing side ] and beautifully compared with other processing approaches comparatively. However, since ingredient cost and heat treatment cost will become high if contraction percentage  $\delta$  exceeds 60%, in order to hold down a manufacturing cost, it is desirable [ contraction percentage  $\delta$  ] to make it not exceed 60%.

[0025] As mentioned above, the uniform universal joint of this operation gestalt can make a ratio  $r2$  ( $= \text{DOUTER/PCDSERR}$ ) small, securing the comparison article (cover-half uniform universal joint of a six-piece ball) of the same call format, the reinforcement more than equivalent, load-carrying capacity, and endurance, and can attain much more miniaturization of an outer-diameter dimension (DOUTER).

For example, when the pitch diameter (PCDSERR) of fitting section 2c is made equal to a comparison article, it is possible to carry out 2 size down (about 8%) of the outer diameter (DOUTER) by the bearing number. On the contrary, when an outer diameter (DOUTER) is made equal to a comparison article, it is possible to raise 5 or more sizes (PCDSERR) of pitch diameters of fitting section 2c.

[0026] When #71 size of a comparison article (cover-half uniform universal joint of a six-piece ball) is taken for an example, an outer diameter (DOUTER) is 65.3mm and a pitch diameter (PCDSERR) is 19.05mm. Here, as a connecting shaft, if the solid shaft of the overall length of 350mm and a homogeneity outer diameter is assumed, the bending primary resonant frequency will be set to about 310Hz. Moreover, when the working limit when carrying out draw forming of the hollow shaft from a pipe material is made into 60% by contraction percentage delta, about 47.5mm of the outer diameter dm of a pipe material is a limitation. Here, as a connecting shaft, if the hollow shaft of the overall length of 350mm, the outer diameter of 47.5mm, the thickness of 2mm, and a homogeneity outer diameter is assumed, the bending primary resonant frequency will be set to about 1056Hz.

[0027] It is possible to, raise the pitch diameter (PCDSERR) of fitting section 2c to 26.3mm on the other hand, when an outer diameter (DOUTER) is set to the 65.3 samemm as a comparison article in the uniform universal joint of this operation gestalt. Therefore, when the working limit when carrying out draw forming of the hollow shaft from a pipe material is made into 60% by contraction percentage delta, the outer diameter dm of a pipe material can be set to about 65.7mm. Here, as a connecting shaft, if the hollow shaft of the overall length of 350mm, the outer diameter of 65.7mm, the thickness of 2mm, and a homogeneity outer diameter is assumed, the bending primary resonant frequency will be set to about 1478Hz. Thus, when the hollow-like connecting shaft 5 is combined with the uniform universal joint of this operation gestalt, it is possible to make a bending primary resonant frequency higher than a comparison article. Therefore, it becomes easy for the width of face of frequency selection (tuning) to perform breadth and the optimal tuning. When a solid shaft with an outer diameter of 19.05mm twists and rigidity is set to 100 about the rigidity (twisting rigidity) of a connecting shaft, it of a hollow shaft with an outer diameter [ of 65.7mm ] and a thickness of 2mm is 3943 to it of a hollow shaft with an outer diameter [ of 47.5mm ] and a thickness of 2mm being 1438. Therefore, when the hollow-like connecting shaft 5 is combined with the uniform universal joint of this operation gestalt, the connecting shaft 5 of high rigidity can be acquired compared with a comparison article.

[0028] The outer diameter dm (= the outer diameter dm of pars intermedia 5b) of a pipe material is selectable within limits from which a ratio r3 (=dm/DOUTER) is set to  $0.29 \leq r3 \leq 1.0$ , and when a ratio r2 (= DOUTER/PCDSERR) is set up within the limits of  $2.5 \leq r2 \leq 3.5$ , it can make contraction percentage [ of a pipe material ] delta (%)  $0\% \leq \text{delta}(\%) \leq 60\%$ . Therefore, the processing cost at the time of carrying out draw forming of the axis end section 5b by rotary swaging processing etc. can be held down low. In addition, delta= 0% is good also considering a connecting shaft 5 as a hollow shaft of a homogeneity outer diameter (ds=dm), when draw forming of the connecting shaft 5 has not been carried out (i.e., although it is the case where a connecting shaft 5 is a homogeneity outer diameter (ds=dm) when the axial rigidity which the optimal tuning of a frequency is possible and is needed by the rise of a pitch diameter (PCDSERR) since the outer diameter (ds=dm) of a connecting shaft 5 can be raised is acquired).

[0029] The 2nd operation gestalt shown in drawing 3 and drawing 4 applies this invention to the double offset mold uniform universal joint as a sliding mold uniform universal joint. the outside joint member 1 by which the uniform universal joint of this operation gestalt formed eight straight-lines-like guide rail 1b' in cylinder-like bore side 1a' at shaft orientations -- ' -- the spherical surface -- \*\* -- an outer diameter -- a field -- two -- a -- ' -- eight -- a \*\* -- a straight line -- \*\* -- a guide rail -- 2b -- ' -- shaft orientations -- forming -- a bore -- a field -- the tooth form (serration or spline) -- having -- fitting -- the section -- two -- c -- ' -- having formed -- the inside -- a joint -- a member -- two -- ' -- an outside -- a joint -- a member -- one -- ' -- a guide rail -- one -- b -- ' -- this -- corresponding -- the inside -- a joint -- a member -- two -- ' -- a guide rail -- 2b -- ' -- collaborating -- forming -- having -- eight -- a \*\* -- a vault -- a rack -- respectively -- allotting -- having had -- eight -- a piece -- torque transmission -- a ball -- three -- ' -- torque transmission -- a ball -- three -- ' -- holding -- a cage -- four -- ' -- the inside -- a joint --

a member -- two -- ' -- fitting -- the section -- two -- c -- ' -- connecting -- having had -- hollow -- \*\* -- a connecting shaft -- five -- ' -- constituting -- having .

[0030] In this operation gestalt, as for the spherical-surface core of outer-diameter side 4b' of cage 4', and the spherical-surface core of bore side 4a', only the equal distance is offset by shaft orientations to the pocket core of cage 4' in the opposite side, respectively.

[0031] the range of  $2.9 \leq r1 \leq 4.5$  since the ratio  $r1 (=PCDBALL/DBALL)$  of the pitch diameter (PCDBALL) of torque-transmission ball 3' and a diameter (DBALL) is the same as that of the uniform universal joint of the 1st operation gestalt mentioned above -- it can consider as the value of  $3.1 \leq r1 \leq 4.5$  within the limits preferably. Here, the pitch diameter (PCDBALL) of a torque-transmission ball is equal to the pitch of two torque-transmission balls located in the vault rack which countered 180 degrees in 0 degree of actuation angles. PCR in drawing 4 is one half of the dimensions of a pitch diameter (PCDBALL) ( $PCDBALL=2 \times PCR$ ).

[0032]  $2.5 \leq r2 \leq 3.5$  [ moreover, ] since the ratio  $r2$  of the outer diameter (DOUTER) of outside joint member 1' and the pitch diameter (PCDSERR) of the tooth form (serration or spline) of fitting section 2c' of the inside joint member 2 is the same as that of the uniform universal joint of the 1st operation gestalt mentioned above -- it is preferably set as the value of  $2.5 \leq r2 \leq 3.1$  within the limits.

[0033] The uniform universal joint of this operation gestalt like the uniform universal joint of the 1st operation gestalt Since there are few load rates per [ which the number of torque-transmission ball 3' is eight pieces, and is occupied in the full load capacity of a joint compared with a comparison article (sliding mold uniform universal joint of a six piece ball) ] torque-transmission ball As opposed to the comparison article (sliding mold uniform universal joint of a six-piece ball) of the same call format It is possible to make small the diameter (DBALL) of torque-transmission ball 3', and to secure the thickness of outside joint member 1' and the thickness of inside joint member 2' to the same extent as a comparison article (sliding mold uniform universal joint of a six-piece ball). Moreover, much more miniaturization of an outer-diameter dimension (DOUTER) can be attained, making a ratio  $r2 (=DOUTER/PCDSERR)$  small (the general value of  $r2$  in the sliding mold uniform universal joint of a six-piece ball being  $r2 \geq 3.1$ ), and securing a comparison article, the reinforcement more than equivalent, load-carrying capacity, and endurance to the comparison article (sliding mold uniform universal joint of a six-piece ball) of the same call format. Moreover, compared with the comparison article (sliding mold uniform universal joint of a six-piece ball), it is checked as a result of the experiment that it is low generation of heat.

[0034] hollow -- \*\* -- a connecting shaft -- five -- ' -- the inside -- a joint -- a member -- two -- ' -- fitting -- the section -- two -- c -- ' -- connecting -- having -- the tooth form -- five -- c -- ' -- having -- an axis end -- the section -- five -- a -- ' -- and -- this -- an axis end -- the section -- five -- a -- ' -- having continued -- pars intermedia -- five -- b -- ' -- from -- becoming . In this operation gestalt, connecting-shaft 5' carries out draw forming of the both ends of the pipe material of an outer diameter  $dm$ , and fabricates tooth-form (spline or serration) 5c' by forming of rolling etc. further on the axis end side periphery of this axis end section 5a' that carried out draw forming. The outer diameters of axis end section 5a' are  $ds$  and the  $dm$  as a pipe material with the same outer diameter of pars intermedia 5b' ( $ds < dm$ ).

[0035] The quality of the material of connecting-shaft 5', the draw-forming approach, etc. can be made to be the same as that of the 1st operation gestalt. Moreover, the outer diameter  $dm$  (outer diameter of a pipe material) of pars intermedia 5b' is selectable within limits from which a ratio  $r3 (=dm/DOUTER)$  is set to  $0.29 \leq r3 \leq 1.0$ , and when a ratio  $r2 (=DOUTER/PCDSERR)$  is set up within the limits of  $2.5 \leq r2 \leq 3.5$ , it can make contraction percentage [ of a pipe material ]  $\delta (\%)$   $0\% \leq \delta (\%) \leq 60\%$ . Therefore, the processing cost at the time of rotary swaging processing etc. carrying out axis end section 5b' can be held down low. In addition, since it is the same as that of the 1st operation gestalt, the overlapping explanation is omitted.

[0036] The configuration of the 1st [ which was explained above ] and 2nd operation gestalten is applicable to the transmission of an automobile as shown in drawing 5 .

[0037]

[Effect of the Invention] This invention has the effectiveness taken below.

[0038] (1) Hollow-izing and major-diameter-izing of a connecting shaft can attain the high rigidity of a connecting shaft, and lightweight-ization to coincidence.

[0039] (2) Since the selection range of frequency selection (tuning) spreads when the natural frequency of a shank increases, it becomes easy to perform the optimal tuning for oscillating reduction.

[0040] (3) The NVH property of a vehicle can be raised by the above.

[0041] (4) Since a contraction percentage can be low suppressed when carrying out draw forming of the connecting shaft from a pipe material, a manufacturing cost can be reduced.

---

[Translation done.]



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 内径面に軸方向に延びる8本の案内溝を形成した外側継手部材と、外径面に軸方向に延びる8本の案内溝を形成し、内径面に歯型を有する嵌合部を形成した内側継手部材と、外側継手部材の案内溝とこれに対応する内側継手部材の案内溝とが協働して形成される8本のボールトラックにそれぞれ配された8個のトルク伝達ボールと、内側継手部材の嵌合部に連結される歯型を有する軸端部、及び、この軸端部に連続した中間部を有する中空状の連結軸とを備え、

前記連結軸の中間部の外径（ $d_m$ ）と前記外側継手部材の外径（ $D_{OUTER}$ ）との比 $r_3 (= d_m / D_{OUTER})$ が $0.29 \leq r_3 \leq 1.0$ であることを特徴とする等速自在継手。

【請求項2】 前記外側継手部材の外径（ $D_{OUTER}$ ）と前記内側継手部材の嵌合部の歯型のピッチ円径（ $PCD_{SERR}$ ）との比 $r_2 (= D_{OUTER} / PCD_{SERR})$ が $2.5 \leq r_2 \leq 3.5$ であることを特徴とする請求項1記載の等速自在継手。

【請求項3】 前記連結軸が、外径（ $d_m$ ）のパイプ素材の端部を絞り成形したものであることを特徴とする請求項1又は2記載の等速自在継手。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、8個のトルク伝達ボールを備え、内側継手部材の嵌合部に中空状の連結軸を連結した等速自在継手に関し、特に自動車の動力伝達装置に好適である。

## 【0002】

【従来の技術】等速自在継手には、大別して、2軸間の角度変位のみを許容する固定型と、角度変位および軸方向変位を許容する摺動型とがあり、それぞれ使用条件、用途等に応じて機種選択される。固定型としてはツェッパ型等速自在継手（ボールフィックスドジョイント）、摺動型としてはダブルオフセット型等速自在継手が代表的である。

【0003】上記のような等速自在継手は、自動車の動力伝達装置用、例えば自動車のドライブシャフトやプロペラシャフトの連結用に広く用いられている。自動車のドライブシャフトやプロペラシャフトの連結には、通常、固定型と摺動型の等速自在継手が一対として用いられる。例えば、自動車のエンジンの動力を車輪に伝達する動力伝達装置は、エンジンと車輪との相対的位置関係の変化による角度変位と軸方向変位に対応するため、図5に示すように、エンジン側と車輪側との間に介装されるドライブシャフト20の一端を摺動型等速自在継手21を介してディファレンシャル22に連結し、他端を固定型等速自在継手23を介して車輪24に連結している。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】等速自在継手では、車輛等の振動対策として、内側継手部材の嵌合部に連結される連結軸（図5に示す例ではドライブシャフト20）にダンパを装着したり、あるいは、上記連結軸を大径かつ中空化して、高い振り剛性と曲げ剛性を確保すると同時に、軽量化を図る場合がある。また、ビート音や中高速こもり音等の対策には、曲げ一次固有振動数のチューニングが効果的であることが分かっており、上述のダンパや、連結軸の大径・中空化によって対応している。しかし、ダンパの装着はコストアップにつながり、さらに、振動数のチューニングは可能であるが、連結軸の振り剛性の向上は望めない。

【0005】一方、中空状の連結軸としては、現在、スタブにパイプ材を溶接（又は摩擦圧接）したもの、パイプ素材の両端部をスウェーijing加工等により絞り成形した一体型のものが使用されている。しかしながら、前者は製造コストが高く、また、高剛性と軽量化とを同時に達成することが設計的に困難である。後者は、一般的には前者より低コストであるが、振動対策として必要な軸剛性を確保し得るサイズのパイプ素材を用い、これを内側継手部材の嵌合部に嵌合することができず、絞るためには、絞り率 $\delta$ （％）を大きくする必要があり、そのために製造コストが高くなる。

## 【0006】

$$\text{絞り率} \delta (\%) = \{ (d_m - d_s) / d_m \} \times 100$$

$d_m$  : パイプ素材の外径

$d_s$  : 絞り成形後の外径

一般に、ロータリースウェーijingやリンクタイプスウェーijing（絞り率の大きな中空軸製品に適した加工法である。）の場合、絞り率 $\delta$ が工程で50％以上の絞りが可能であると言われているが、実際には、絞り率 $\delta$ が60％を越えると、材料コストや熱処理コスト（焼鈍等の前処理が必要になる。）が高くなり、また、加工性を過度に優先させると製品機能を満足できない可能性が有る。一方、絞り率 $\delta$ を低くおさえ、かつ、必要な軸剛性を確保するために、等速自在継手のサイズを必要以上に大きくしなければならない場合もあり、装着スペース、重量の増大となって、設計上不利な点が出てくる。

【0007】本発明は、等速自在継手における連結軸の高剛性と軽量化とを同時に達成し、かつ、製造コストの低減を図ることをその目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明は、内径面に軸方向に延びる8本の案内溝を形成した外側継手部材と、外径面に軸方向に延びる8本の案内溝を形成し、内径面に歯型を有する嵌合部を形成した内側継手部材と、外側継手部材の案内溝とこれに対応する内側継手部材の案内溝とが協働して形成される8本のボールトラックにそれぞれ配された8個のトルク伝達ボールと、内側継手部材の嵌合部に連結される歯型を

有する軸端部、及び、この軸端部に連続した中間部を有する中空状の連結軸とを備え、連結軸の中間部の外径（ $d_m$ ）と外側継手部材の外径（ $D_{OUTER}$ ）との比 $r_3$ （ $=d_m/D_{OUTER}$ ）が $0.29 \leq r_3 \leq 1.0$ である構成を提供する。

【0009】外側継手部材の外径（ $D_{OUTER}$ ）と内側継手部材の嵌合部の歯型のピッチ円径（ $PCD_{SERR}$ ）との比 $r_2$ （ $=D_{OUTER}/PCD_{SERR}$ ）は $2.5 \leq r_2 \leq 3.5$ の範囲内で設定することができる。

【0010】 $2.5 \leq r_2 \leq 3.5$ とした理由は次にある。すなわち、内側継手部材の嵌合部の歯型のピッチ円径（ $PCD_{SERR}$ ）は、連結軸の強度等との関係で大幅に変更することはできない。そのため、 $r_2$ の値は、主に外側継手部材の外径（ $D_{OUTER}$ ）に依存することになる。 $r_2 < 2.5$ であると（主に外径 $D_{OUTER}$ が小さい場合）、各部品（外側継手部材、内側継手部材等）の肉厚が薄くなりすぎて、強度の点で懸念が生じる。一方、 $r_2 > 3.5$ であると（主に外径 $D_{OUTER}$ が大きい場合）、寸法的な面等から実用上の問題が生じる場合があり、また、コンパクト化という目的も達成できない。 $2.5 \leq r_2 \leq 3.5$ とすることにより、外側継手部材等の強度および継手の耐久性を比較品（6個ボールの等速自在継手）と同等以上に確保することができ、かつ、実用上の要請も満足できる。

【0011】上記のような中空状の連結軸は、外径（ $d_m$ ）のパイプ素材の端部を絞り成形したものとすることができる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図面に従って説明する。

【0013】図1及び図2に示す第1の実施形態は、本発明を固定型等速自在継手としてのツェパー型等速自在継手（ボールフィックスジョイント）に適用したものである。この実施形態の等速自在継手は、球面状の内径面1aに8本の曲線状の案内溝1bを軸方向に形成した外側継手部材1と、球面状の外径面2aに8本の曲線状の案内溝2bを軸方向に形成し、内径面に歯型（セレーション又はスプライン）を有する嵌合部2cを形成した内側継手部材2と、外側継手部材1の案内溝1bとこれに対応する内側継手部材2の案内溝2bとが協働して形成される8本のボールトラックにそれぞれ配された8個のトルク伝達ボール3と、トルク伝達ボール3を保持する保持器4と、内側継手部材2の嵌合部2cに連結された中空状の連結軸5とで構成される。

【0014】この実施形態において、外側継手部材1の案内溝1bの中心O1は内径面1aの球面中心に対して、内側継手部材2の案内溝2bの中心O2は外径面2aの球面中心に対して、それぞれ、軸方向に等距離（F）だけ反対側に（中心O1は継手の開口側、中心O2は継手の奥部側に）オフセットされている。そのた

め、案内溝1bとこれに対応する案内溝2bとが協働して形成されるボールトラックは、継手の開口側に向かって楔状に開いた形状になる。

【0015】保持器4の外径面4aの球面中心、および、保持器4の外径面4aの案内面となる外側継手部材1の内径面1aの球面中心は、いずれも、トルク伝達ボール3の中心O3を含む継手中心面O内にある。また、保持器4の内径面4bの球面中心、および、保持器4の内径面4bの案内面となる内側継手部材2の外径面2aの球面中心は、いずれも、継手中心面O内にある。それ故、外側継手部材1の上記オフセット量（F）は、案内溝1bの中心O1と継手中心面Oとの間の軸方向距離、内側継手部材2の上記オフセット量（F）は、案内溝2bの中心O2と継手中心面Oとの間の軸方向距離になり、両者は等しい。外側継手部材1の案内溝1bの中心O1と内側継手部材2の案内溝2bの中心O2とは、継手中心面Oに対して軸方向に等距離（F）だけ反対側（案内溝1bの中心O1は継手の開口側、案内溝2bの中心O2は継手の奥部側）にずれた位置にある。

【0016】外側継手部材1と内側継手部材2とが角度 $\theta$ だけ角度変位すると、保持器4に案内されたトルク伝達ボール3は常にどの作動角 $\theta$ においても、角度 $\theta$ の2等分面（ $\theta/2$ ）内に維持され、継手の等速性が確保される。

【0017】トルク伝達ボール3のピッチ円径（ $PCD_{BALL}$ ）と直径（ $D_{BALL}$ ）との比 $r_1$ （ $=PCD_{BALL}/D_{BALL}$ ）は $3.3 \leq r_1 \leq 5.0$ の範囲内の値とすることができる。ここで、トルク伝達ボールのピッチ円径（ $PCD_{BALL}$ ）は、PCRの2倍の寸法である（ $PCD_{BALL} = 2 \times PCR$ ）。外側継手部材1の案内溝1bの中心O1とトルク伝達ボール3の中心O3を結ぶ線分の長さ、内側継手部材2の案内溝2bの中心O2とトルク伝達ボール3の中心O3を結ぶ線分の長さが、それぞれPCRであり、両者は等しい。

【0018】 $3.3 \leq r_1 \leq 5.0$ とした理由は、外側継手部材等の強度、継手の負荷容量および耐久性を比較品（6個ボールの固定型等速自在継手）と同等以上に確保するためである。すなわち、等速自在継手においては、限られたスペースの範囲で、トルク伝達ボールのピッチ円径（ $PCD_{BALL}$ ）を大幅に変更することは困難である。そのため、 $r_1$ の値は主にトルク伝達ボールの直径（ $D_{BALL}$ ）に依存することになる。 $r_1 < 3.3$ であると（主に直径 $D_{BALL}$ が大きい場合）、他の部品（外側継手部材、内側継手部材等）の肉厚が薄くなりすぎて、強度の点で懸念が生じる。逆に $r_1 > 5.0$ であると（主に直径 $D_{BALL}$ が小さい場合）、負荷容量が小さくなり、耐久性の点で懸念が生じる。また、トルク伝達ボールと案内溝との接触部分の面圧が上昇し（直径 $D_{BALL}$ が小さくなると、接触部分の接触楕円が小さくなるため）、案内溝の溝肩エッジ部分の欠け等の要因になるこ

とが懸念される。

【0019】3.  $3 \leq r_1 \leq 5.0$  とすることにより、外側継手部材等の強度、継手の負荷容量および耐久性を比較品（6個ボールの固定型等速自在継手）と同等以上に確保することができる。より好ましくは、 $3.5 \leq r_1 \leq 5.0$  の範囲、例えば、 $r_1 = 3.83$ 、又はその近傍の値に設定するのが良い。

【0020】外側継手部材1の外径（ $D_{OUTER}$ ）と内側継手部材2の嵌合部2cの歯型（セレーション又はスプライン）のピッチ円径（ $PCD_{SERR}$ ）との比  $r_2 (= D_{OUTER} / PCD_{SERR})$  は前述した理由から  $2.5 \leq r_2 \leq 3.5$ 、好ましくは、 $2.5 \leq r_2 < 3.2$  の範囲内の値に設定する。

【0021】この実施形態の等速自在継手は、トルク伝達ボール3の個数が8個であり、比較品（6個ボールの固定型等速自在継手）に比べ、継手の全負荷容量に占めるトルク伝達ボール1個当りの負荷割合が少ないので、同じ呼び形式の比較品（6個ボールの固定型等速自在継手）に対して、トルク伝達ボール3の直径（ $D_{BALL}$ ）を小さくし、外側継手部材1の肉厚および内側継手部材2の肉厚を比較品（6個ボールの固定型等速自在継手）と同程度に確保することが可能である。また、同じ呼び形式の比較品（6個ボールの固定型等速自在継手）に対して、比  $r_2 (= D_{OUTER} / PCD_{SERR})$  を小さくして（6個ボールの固定型等速自在継手における  $r_2$  の一般的な値は  $r_2 \geq 3.2$  である。）、比較品と同等以上の強度、負荷容量および耐久性を確保しつつ、外径寸法（ $D_{OUTER}$ ）のより一層のコンパクト化を図ることができる。また、比較品（6個ボールの固定型等速自在継手）に比べて低発熱であることが実験の結果確認されて

いる。

【0022】中空状の連結軸5は、内側継手部材2の嵌合部2cに連結される歯型5cを有する軸端部5a、及び、この軸端部5aに連続した中間部5bとからなる。この実施形態において、連結軸5は、外径  $d_m$  のパイプ素材の両端部を絞り成形し、さらに、この絞り成形した軸端部5aの軸端側外周に歯型（スプライン又はセレーション）5cを転造加工等により成形したものである。軸端部5aの外径は  $d_s$ 、中間部5bの外径はパイプ素材と同じ  $d_m$  である（ $d_s < d_m$ ）。

【0023】連結軸5の材質としては、STKM15A、STKM16Aなどの機械構造用炭素鋼、若しくは、それらをベースに加工性、焼入性等の改善のために合金元素を添加した合金鋼、又は、SCr、SCM、SNCMなどの浸炭鋼を用いることができる。連結軸5の材質として上記機械構造用炭素鋼若しくは合金鋼を採用した場合、熱処理として主に高周波焼入（一部浸炭、浸炭窒化素）を採用することができる。また、連結軸5の材質として上記浸炭鋼を採用した場合、熱処理として主に浸炭焼入を採用することができる。

【0024】また、連結軸5の絞り成形方法としては、スウェーjing加工、特にロータリースウェーjing加工を採用することができる。ロータリースウェーjing加工は、機内の主軸に組み込まれた一対または複数対のダイスとバックカーとが回転運動を行うと共に、外周ローラとバックカー上の突起により一定ストロークの上下運動を行って、挿入されるパイプ素材に打撃を加えてその一部分を絞り加工するものである。本加工方法は、加工が比較的早く、加工面が滑らかで美しく、また、他の加工方法に比べて絞り率  $\delta$ （%） $[(d_m - d_s) / d_m] \times 100$  を大きくすることができるという特長がある。ただ、絞り率  $\delta$  が60%を越えると材料コストや熱処理コストが高くなるので、製造コストを抑えるためには絞り率  $\delta$  は60%を越えないようにするのが好ましい。

【0025】上述したように、この実施形態の等速自在継手は、同じ呼び形式の比較品（6個ボールの固定型等速自在継手）と同等以上の強度、負荷容量および耐久性を確保しつつ比  $r_2 (= D_{OUTER} / PCD_{SERR})$  を小さくして、外径寸法（ $D_{OUTER}$ ）のより一層のコンパクト化を図ることができる。例えば、嵌合部2cのピッチ円径（ $PCD_{SERR}$ ）を比較品と等しくした場合、外径（ $D_{OUTER}$ ）を呼び番号で2サイズダウン（約8%程度）することが可能である。逆に、外径（ $D_{OUTER}$ ）を比較品と等しくした場合、嵌合部2cのピッチ円径（ $PCD_{SERR}$ ）を5サイズ以上アップすることが可能である。

【0026】比較品（6個ボールの固定型等速自在継手）の#71サイズを例にとると、外径（ $D_{OUTER}$ ）は65.3mm、ピッチ円径（ $PCD_{SERR}$ ）は19.05mmである。ここで、連結軸として、全長350mm、均一外径の中実軸を仮定すると、その曲げ一次固有振動数は約310Hzになる。また、中空軸をパイプ素材から絞り成形する時の加工限界を絞り率  $\delta$  で60%とした場合、パイプ素材の外径  $d_m$  は約47.5mmが限界である。ここで、連結軸として、全長350mm、外径47.5mm、肉厚2mm、均一外径の中実軸を仮定すると、その曲げ一次固有振動数は約1056Hzになる。

【0027】一方、この実施形態の等速自在継手において、外径（ $D_{OUTER}$ ）を比較品と同じ65.3mmにした場合、嵌合部2cのピッチ円径（ $PCD_{SERR}$ ）を26.3mmまでアップすることが可能である。したがって、中空軸をパイプ素材から絞り成形する時の加工限界を絞り率  $\delta$  で60%とした場合、パイプ素材の外径  $d_m$  を約65.7mmにすることができる。ここで、連結軸として、全長350mm、外径65.7mm、肉厚2mm、均一外径の中実軸を仮定すると、その曲げ一次固有振動数は約1478Hzになる。このように、この実施形態の等速自在継手に中空状の連結軸5を組み合わせた場合、曲げ一次固有振動数を比較品よりも高くすることが可能である。そのため、振動数選択（チューニング）の

幅が広がり、最適チューニングを行うことが容易になる。連結軸の剛性（振り剛性）については、外径19.05mmの中実軸の振り剛性を100とした場合、外径47.5mm、肉厚2mmの中空軸のそれは1438であるのに対し、外径65.7mm、肉厚2mmの中空軸のそれは3943である。したがって、この実施形態の等速自在継手に中空状の連結軸5を組み合わせた場合、比較品に比べて高剛性の連結軸5を得ることができる。

【0028】パイプ素材の外径 $d_m$ （＝中間部5bの外径 $d_m$ ）は、比 $r_3$ （＝ $d_m/D_{OUTER}$ ）が $0.29 \leq r_3 \leq 1.0$ となるような範囲内で選択可能であり、比 $r_2$ （＝ $D_{OUTER}/PCD_{SERR}$ ）を $2.5 \leq r_2 \leq 3.5$ の範囲内で設定した場合、パイプ素材の絞り率 $\delta$ （％）を $0\% \leq \delta$ （％） $\leq 60\%$ にすることができる。そのため、軸端部5bをロータリースウェーijing加工等により絞り成形する際の加工コストを低く抑えることができる。尚、 $\delta=0\%$ は、連結軸5を絞り成形していない場合、つまり連結軸5が均一外径（ $d_s=d_m$ ）の場合であるが、ピッチ円径（ $PCD_{SERR}$ ）のアップにより、連結軸5の外径（ $d_s=d_m$ ）をアップすることができるので、振動数の最適チューニングが可能であり、必要とする軸剛性が得られる場合は、連結軸5を均一外径（ $d_s=d_m$ ）の中空軸としても良い。

【0029】図3及び図4に示す第2の実施形態は、本発明を摺動型等速自在継手としてのダブルオフセット型等速自在継手に適用したものである。この実施形態の等速自在継手は、円筒状の内径面1a'に8本の直線状の案内溝1b'を軸方向に形成した外側継手部材1'と、球面状の外径面2a'に8本の直線状の案内溝2b'を軸方向に形成し、内径面に歯型（セレーション又はスプライン）を有する嵌合部2c'を形成した内側継手部材2'と、外側継手部材1'の案内溝1b'とこれに対応する内側継手部材2'の案内溝2b'とが協働して形成される8本のボールトラックにそれぞれ配された8個のトルク伝達ボール3'と、トルク伝達ボール3'を保持する保持器4'と、内側継手部材2'の嵌合部2c'に連結された中空状の連結軸5'とで構成される。

【0030】この実施形態において、保持器4'の外径面4b'の球面中心と内径面4a'の球面中心とは、それぞれ、保持器4'のポケット中心に対して軸方向に等距離だけ反対側にオフセットされている。

【0031】トルク伝達ボール3'のピッチ円径（ $PCD_{BALL}$ ）と直径（ $D_{BALL}$ ）との比 $r_1$ （＝ $PCD_{BALL}/D_{BALL}$ ）は、前述した第1の実施形態の等速自在継手と同様の理由から、 $2.9 \leq r_1 \leq 4.5$ の範囲、好ましくは、 $3.1 \leq r_1 \leq 4.5$ の範囲内の値とすることができる。ここで、トルク伝達ボールのピッチ円径（ $PCD_{BALL}$ ）は、作動角 $0^\circ$ において、180度対向したボールトラック内に位置する2つのトルク伝達ボールの中心間距離に等しい。図4におけるPCRは、ピッチ円径

（ $PCD_{BALL}$ ）の1/2の寸法である（ $PCD_{BALL}=2 \times PCR$ ）。

【0032】また、外側継手部材1'の外径（ $D_{OUTER}$ ）と内側継手部材2'の嵌合部2c'の歯型（セレーション又はスプライン）のピッチ円径（ $PCD_{SERR}$ ）との比 $r_2$ は、前述した第1の実施形態の等速自在継手と同様の理由から、 $2.5 \leq r_2 \leq 3.5$ 、好ましくは、 $2.5 \leq r_2 < 3.1$ の範囲内の値に設定する。

【0033】この実施形態の等速自在継手は、第1の実施形態の等速自在継手と同様に、トルク伝達ボール3'の個数が8個であり、比較品（6個ボールの摺動型等速自在継手）に比べ、継手の全負荷容量に占めるトルク伝達ボール1個当りの負荷割合が少ないので、同じ呼び形式の比較品（6個ボールの摺動型等速自在継手）に対して、トルク伝達ボール3'の直径（ $D_{BALL}$ ）を小さくし、外側継手部材1'の肉厚および内側継手部材2'の肉厚を比較品（6個ボールの摺動型等速自在継手）と同程度に確保することが可能である。また、同じ呼び形式の比較品（6個ボールの摺動型等速自在継手）に対して、比 $r_2$ （＝ $D_{OUTER}/PCD_{SERR}$ ）を小さくして（6個ボールの摺動型等速自在継手における $r_2$ の一般的な値は $r_2 \geq 3.1$ である。）、比較品と同等以上の強度、負荷容量および耐久性を確保しつつ、外径寸法（ $D_{OUTER}$ ）のより一層のコンパクト化を図ることができる。また、比較品（6個ボールの摺動型等速自在継手）に比べて低発熱であることが実験の結果確認されている。

【0034】中空状の連結軸5'は、内側継手部材2'の嵌合部2c'に連結される歯型5c'を有する軸端部5a'、及び、この軸端部5a'に連続した中間部5b'とからなる。この実施形態において、連結軸5'は、外径 $d_m$ のパイプ素材の両端部を絞り成形し、さらに、この絞り成形した軸端部5a'の軸端側外周に歯型（スプライン又はセレーション）5c'を転造加工等により成形したものである。軸端部5a'の外径は $d_s$ 、中間部5b'の外径はパイプ素材と同じ $d_m$ である（ $d_s < d_m$ ）。

【0035】連結軸5'の材質、絞り成形方法等は、第1の実施形態と同様にすることができる。また、中間部5b'の外径 $d_m$ （パイプ素材の外径）は、比 $r_3$ （＝ $d_m/D_{OUTER}$ ）が $0.29 \leq r_3 \leq 1.0$ となるような範囲内で選択可能であり、比 $r_2$ （＝ $D_{OUTER}/PCD_{SERR}$ ）を $2.5 \leq r_2 \leq 3.5$ の範囲内で設定した場合、パイプ素材の絞り率 $\delta$ （％）を $0\% \leq \delta$ （％） $\leq 60\%$ にすることができる。そのため、軸端部5b'をロータリースウェーijing加工等する際の加工コストを低く抑えることができる。その他、第1の実施形態と同様であるので、重複する説明を省略する。

【0036】以上説明した第1及び第2の実施形態の構

成は、例えば図5に示すような自動車の動力伝達装置に適用することができる。

【0037】

【発明の効果】本発明は以下に示す効果を有する。

【0038】(1) 連結軸の中空化と大径化によって、連結軸の高剛性と軽量化とを同時に達成することができる。

【0039】(2) 軸部の固有振動数が増大することにより、振動数選択(チューニング)の選択範囲が広がるので、振動低減のための最適チューニングを行うことが容易になる。

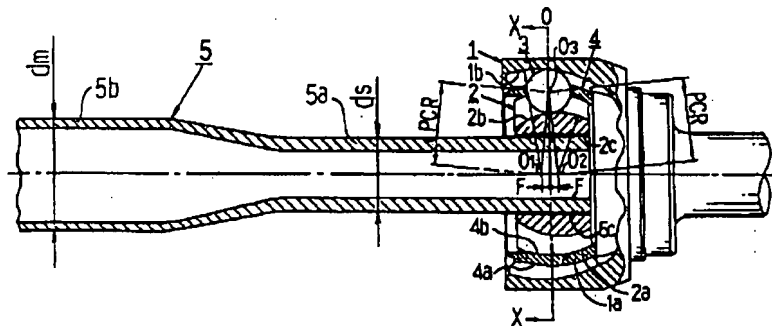
【0040】(3) 以上により、車輛のNVH特性を向上させることができる。

【0041】(4) 連結軸をパイプ素材から絞り成形する場合、絞り率を低く抑えることができるので、製造コストを低減することができる。

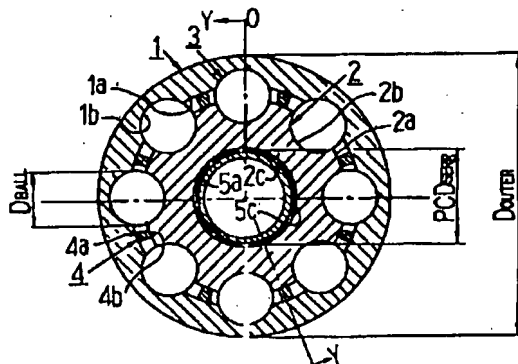
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態を示す縦断面図(図2におけるY-Y断面)である。

【図1】



【図2】



【図2】本発明の第1の実施形態を示す縦断面図(図1におけるX-X断面)である。

【図3】本発明の第2の実施形態を示す縦断面図(図4におけるY-Y断面)である。

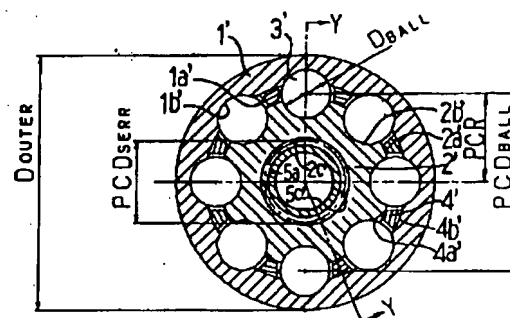
【図4】本発明の第2の実施形態を示す縦断面図(図3におけるX-X断面)である。

【図5】自動車の動力伝達装置を示す断面図である。

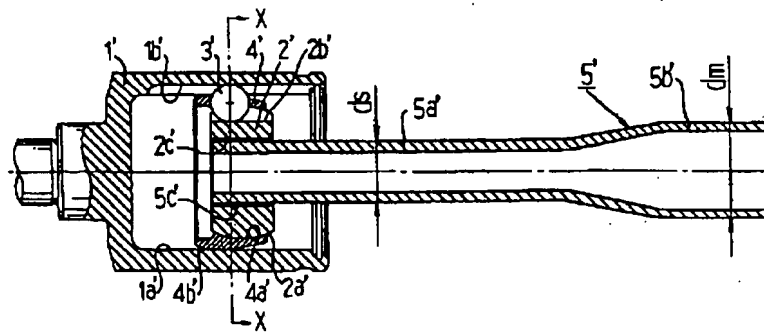
【符号の説明】

- 1、1' 外側継手部材
- 1a、1a' 内径面
- 1b、1b' 案内溝
- 2、2' 内側継手部材
- 2a、2a' 外径面
- 2b、2b' 案内溝
- 3、3' トルク伝達ボール
- 4、4' 保持器
- 5、5' 連結軸
- 5a、5a' 軸端部
- 5b、5b' 中間部

【図4】



【図3】



【図5】

